

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Simulasi yang dilaksanakan berhasil menentukan parameter optimal terapi BNCT untuk kasus spesifik kanker payudara kanan stadium IIIB (T4bN1M0) berukuran $(3,5 \times 2,8 \times 2,5)$ cm yang terletak di bagian payudara kanan. Berdasarkan hasil simulasi, kombinasi arah iradiasi *Anterior Posterior* (AP) dan konsentrasi boron-10 sebesar 150 $\mu\text{g/g}$ memberikan kinerja terbaik dengan waktu iradiasi terpendek, yaitu 30 menit 8 detik. Konfigurasi tersebut menghasilkan distribusi dosis yang efektif pada volume target dan tetap mempertahankan paparan radiasi pada organ berisiko di bawah batas toleransi klinis yang ditetapkan. Hasil penelitian mengonfirmasi bahwa jarak fantom terhadap sumber neutron dan komposisi jaringan yang dilalui berkas secara bersama-sama menentukan keberhasilan terapi. Pada kasus ini, arah AP dengan jarak terpendek dari *aperture* BSA ke pusat tumor serta lintasan melalui jaringan lunak payudara yang kaya hidrogen menghasilkan moderasi neutron yang optimal. Akibatnya, fluks neutron termal mencapai puncaknya tepat di lokasi tumor, sehingga mempercepat akumulasi dosis terapeutik dan mempersingkat durasi penyinaran.

Efektivitas terapi BNCT pada kanker payudara sangat dipengaruhi oleh posisi anatomis tumor dan arah penyinaran. Pendekatan dari arah AP terbukti paling sesuai untuk kasus tumor payudara kanan, karena mampu meminimalkan paparan pada paru-paru, jantung, dan tulang rusuk dibandingkan dengan arah *Oblique* dan *Right Lateral*. Temuan ini menegaskan bahwa perencanaan BNCT untuk kanker payudara harus mempertimbangkan variabel geometris dan biologis yang spesifik pasien. Hasil penelitian ini tidak hanya relevan untuk penanganan kanker payudara stadium lanjut dengan karakteristik serupa, tetapi juga dapat menjadi acuan dalam pengembangan protokol BNCT yang lebih personalisasi, terutama untuk tumor yang berlokasi dekat organ kritis dan memerlukan pendekatan terapi yang sangat selektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi sel kanker relatif terhadap arah berkas neutron sangat menentukan efisiensi BNCT. Sel kanker yang berada lebih

dekat ke permukaan tubuh yang menghadap sumber neutron termal menerima fluks neutron termal lebih tinggi, sehingga durasi iradiasi menjadi lebih singkat dan hasil terapi lebih efektif. Temuan ini berlaku tidak hanya untuk kanker payudara, tetapi juga dapat dijadikan acuan dalam perencanaan BNCT untuk jenis kanker lain yang mempertimbangkan orientasi anatomi pasien terhadap sumber radiasi.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memodelkan kelenjar getah bening aksila dalam simulasi PHITS sebagai volume target terpisah. Klasifikasi N1 pada stadium IIIB T4bN1M0 menunjukkan adanya metastasis pada satu hingga tiga kelenjar getah bening regional yang secara klinis termasuk target terapi. Penambahan jumlah kasus dengan variasi lokasi tumor dan karakteristik anatomi pasien yang beragam untuk penelitian lebih lanjut.

